# COVID-19 対応施策が滞在者数時空間的変化に与えた影響に関する分析

遇　城昊[1]・宇野　伸宏[2]・松中　亮治[3]・田中　皓介[4]
[1]非会員　修士　大学院工学研究科（現：東日本電信電話）（〒163-8019 東京都新宿区西新宿 3-19-2）
E-mail: chenghao.yu.az@east.ntt.co.jp
[2]正会員　京都大学教授　大学院工学研究科（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1）
E-mail: uno.nobuhiro.2v@kyoto-u.ac.jp (Corresponding Author)
[3]正会員　京都大学準教授　大学院工学研究科（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1）
E-mail: matsunaka.ryoji.3v@kyoto-u.ac.jp (Corresponding Author)
[4]正会員　京都大学助教　大学院工学研究科（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1）
E-mail: tanaka.kosuke.6k@kyoto-u.ac.jp (Corresponding Author)

本研究では COVID-19 流行に伴う地域ごとの感染者数の増減，外出抑制・促進策が外出行動に与えた影響を評価することを目指す．属性情報付きモバイル空間統計データ，感染者数データ及び用途地域データを用い，京都市内の 500m メッシュ単位での滞在者数，ならびに，京都市・大阪市・神戸市の 3 都市間の人の移動について分析した．重回帰分析の結果から，感染拡大期では商業地域で昼間滞在者数の比率が顕著に減少，工業地域では減少幅が小さく，住宅地域も減少傾向にあることを示した．また，緊急事態宣言は商業地域及び土日祝の工業地域に影響を与えた．1回目，3回目の緊急事態宣言は京阪神都市間の移動を抑制する一方，Go To トラベルキャンペーンが都市間の観光などの自由目的での移動を促進する可能性も確認した．

***Key Words:*** *Covid-19, mobile soatial statistics, state of emergency, use districts, intercity movement*

## 1. はじめに

### ⑴ 背景と目的

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の感染者数は，基本的に減少傾向にあるものの，終息宣言を出すには至っていない．日本では 2020 年 1 月 15 日に神奈川県で一人目の感染者が確認されて以降，感染は全国各地に広がり，都市活動や市民生活に大きな影響を及ぼしてきた．これまで感染状況に応じて，人の外出行動を抑制するまたは促進する施策が相次いで打ち出されてきた．このために，各施策の影響を検証することは，今後の with コロナ社会に向けた施策提案の一助となりえる．

京阪神大都市圏は世界屈指の大都市圏であり，各都市間の経済・文化面で相互依存関係が強く，人々が活発に三都市間日々移動している．そのため，京阪神三都市間には複数の鉄道路線や高速道路が敷設されており，相互に強く結びついている．そのため，COVID-19 対応施策の影響を評価する上で，都市内の活動水準を反映した人口分布に加えて，都市間の流動についても分析することが望まれる．

本研究では，モバイル空間統計のデータに基づいて，COVID-19 が流行後において，COVID-19 の影響を受けやすいエリアおよび受けにくいエリアの特性について明らかにすることを目指す．加えて，京阪神都市間の移動の変化を観測し，新型コロナウイルスの感染者数の変化，ワクチン接種状況の変化，感染予防及び経済活性化に向けた各種施策が都市間の移動および昼間人口分布の変化に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている．

### ⑵ 既往研究と本研究の特徴

ここでは，モバイル空間統計データを用いた COVID-19 に関連する研究およびその他のデータを用いた COVID-19 に関連する研究について整理を行った上で，本研究の位置づけを明確化する．

秦ら [1]は，モバイル空間統計の 500m メッシュ人口データを用いて，対象都道府県の流入・流出人口を算出し

た．北海道における独自の緊急事態宣言，政府による 1 都 6 府県，全 47 都道府県を対象とし，1 回目の緊急事態宣言では全 47 都道府県間の人口流動が有意に減少していたことを明らかにした．根本ら [2]は，2020 年 4 月に発令された 1 回目の緊急事態宣言時の人口増減の変化と移動制限，土地利用との関係について，茨城県つくば市を対象に，モバイル空間統計における 500m メッシュ人口データおよび都市計画基礎調査を用いて分析した．その結果，市外人口は全てのメッシュで減少傾向にあり，住宅地域の昼間人口は増加傾向を示した一方で，商業施設，研究所，大学については昼間人口が減少傾向にあったことを明らかにした．

後藤ら [3]は，広島県内の市区を対象に，1 回目の緊急事態宣言前，宣言期間中，宣言解除後における人々の昼間滞在状況の変化について，土地利用の観点からモバイル空間統計データを用いて分析した．その結果，商業用地が多い区において宣言期間中の昼間滞在人口が大きく減少し，宣言解除後も回帰していない住宅団地が多い区の昼間滞在人口が大きく増加したことが明らかになった．工業用地割合が大きいエリアでは，宣言前後の人口増減率が小さく，人口が回帰してない傾向が見られた．

以上のように，モバイル空間統計データに関する実証実験は全国各地で行われている．特に，近年新型コロナウイルス感染症が全世界で流行した背景を踏まえ，モバイル空間統計データを利用したコロナに関連する研究がますます増えている．しかし，これらの研究では，都市内のメッシュ単位，または，都市間の移動変化のいずれか一方に限った分析が多い．また，多くの研究は 1 回目の緊急事態宣言が与えた影響について分析しており，一連の対応施策や感染者数の時間変化による影響に関する分析はまだ少ない．本研究では，京都市を主たる対象としつつ，京都，大阪，神戸の 3 都市間にも分析の対象を広げて，以下の 2 つの特徴を有する分析を行う．

1　COVID-19 の流行及び対応施策が，京都市内のメッシュ単位の人口分布の時間変化に与えた影響と，各都市間の人口移動に与えた影響との両方を分析する点．

2　モバイル空間統計データだけでなく，新型コロナウイルス感染症の新規感染者数，コロナワクチン接種データ，及び，対応施策（緊急事態宣言，Go To トラベルキャンペーン）を加えた時系列データを利用して分析する点．

## 2. 利用データ

本章では，本研究での利用データの概要について述べる．

### ⑴ モバイル空間統計データの概要および分析指標

モバイル空間統計データは株式会社ドコモ・インサイトマーケティングが提供する人口統計である．携帯電話サービスを行う基地局ごとに周期的に把握しているエリア内の携帯電話台数を集計し，地域ごとにドコモの普及率を加味することで，1 時間ごとの人口を，24 時間 365 日把握することができる．モバイル空間統計は，①携帯電話運用データより個人識別性を除去する「非識別化処理」，②ドコモの携帯電話普及率などを加味し，ドコモユーザ以外も含めた人口を推計する「集計処理」，③ごく少人数エリアなどの極端な条件下の集計結果をマスキングする「秘匿処理」の，3 段階の処理を経て作成される [4]．なお，本研究の分析対象都市は京都市，大阪市，神戸市であり，分析対象期間は 2019 年 10 月 01 日から 2021 年 10 月 31 日までの 25 ヶ月間とした．

本研究は，モバイル空間統計データに基づいて，下の三つの指標について定義した．

$$R_{it}^{w}=\frac{\overline{P_{it}^{w}}}{\overline{P_{i4}^{w}}} \tag{1}$$

ここで，

$R_{it}^{w}$：午前 4 時を基準としたメッシュ i・時刻 t の平日滞在者比率

$\overline{P_{it}^{w}}$：メッシュ$i$の対象期間内・平日の時刻$t$の滞在者数平均

$\overline{P_{i4}^{w}}$：メッシュ$i$の対象期間内・平日の午前 4 時の滞在者数平均

$$R_{it}=\sum_{t=12}^{14}\frac{\overline{P_{it}}}{\overline{P_{i4}}}\Big/3 \tag{2}$$

ここで，

$R_{it}$：メッシュ i の平日昼間帯（12～14 時）の滞在者比率

$$P_{ij}=\sum_{t=0}^{23}P_{ij}^{t} \tag{3}$$

ここで，

$P_{ij}$：都市$i$から都市$j$への 1 日移動量

$P_{ij}^{t}$：都市$i$から都市$j$への時刻$t$の滞在者数（単位：人時間）

上記の 3 指標のうち，式⑴（午前 4 時を基準としたメッシュ i・時刻 t の平日滞在者比率）と式⑵（メッシ

ュｉの平日昼間帯（12～14 時）の滞在者比率）は，京都市内におけるメッシュ単位の滞在者数分布に関する分析で用いるものであり，1 日の中の滞在者数の時間変動パターンを式(1)，式(2)の指標を用いて表現する．式(3)は，本論文後半で述べる三都市間の流動に関する分析で用いる．

NTT ドコモおよび統計センターが第七回日本統計学会春季集会で発表した「モバイル空間統計の信頼性評価」の資料[5]によると，午前 4 時という時間帯は人々が在宅状態の可能性が最も高く，国勢調査やモバイル統計でも用いられている時間帯であるため，各メッシュの午前 4 時の滞在者数を基準とし，午前 4 時の人口を比較することで，モバイル空間統計データの信頼性を評価した．本章では，この資料を参考にし，式(1)（午前 4 時を基準としたメッシュ ｉ・時刻 ｔ の平日滞在者比率）と式(2)（メッシュｉの平日昼間帯（12～14 時）の滞在者比率）を算出した．

### (2) 新型コロナウイルス感染症新規感染者数のデータ[6]

本研究では京都府，大阪府，兵庫県および東京都の感染者数を収集した．なお，収集期間は 2020 年 1 月 27 日から 2021 年 10 月 31 日までの約 22 ヶ月間である．

### (3) 新型コロナワクチンの接種状況データ[7]

本研究では全国の新型コロナワクチンの接種状況のデータを利用した．なお収集期間は 2021 年 4 月 12 日から 2021 年 10 月 31 日までの 6.5 ヶ月間である．本研究の分析対象期間において，3 回目のコロナワクチン接種はまだ始まっていないため，本研究では 1 回目および 2 回目のワクチン接種データを用いて分析を行う．

### (4) 対象施設[8]および用途地域に関するデータ[9]の整理

京都市内のメッシュ単位の滞在者数分布の特性を，土地利用・施設配置と関連付けて分析するため，本研究では医療機関，学校，駅の数，飲食店，販売・卸店舗の施設数および住宅・商業・工業地域の割合に関するデータを利用した．

なお学校の数を算出した際に，モバイル空間統計データは分析対象が 15 歳以上の携帯電話利用者に限定されるため，メッシュ内の高等学校，高等専門学校，短期大学及び大学の数の和を学校の数とした．加えて，第 3 章の分析の一部として，用途地域によりメッシュを分類するため，準住居地域と近隣商業地域などのように，複数の用途地域が混在しているメッシュに対して，今回の分析対象外とした．具体的な分類方法としては，第一種低層住居専用地域，第二種低層住居専用地域，第一種中高層住居専用地域，第二種中高層住居専用地域，第一種住居地域，第二種住居地域を住宅地域として取り扱う．工業地域，工業専用地域を工業地域として取り扱う．商業地域を商業地域として取り扱う．

### (5) COVID - 19 に関連する施策の実施の推移

人々の外出状況を抑制・促進する各施策の実施時期を表 1 に示す．緊急事態宣言の実施時期は都道府県ごとに違いがある．本研究では分析対象の三都市で実施期間が重複する期間において分析を行った．

表-1　各施策の実施時期

| 施策 | 実施期間 |
|---|---|
| 一回目の緊急事態宣言 | 2020/4/16ー2020/05/21 |
| 二回目の緊急事態宣言 | 2021/01/14-2021/02/28 |
| 三回目の緊急事態宣言 | 2021/04/25-2021/06/20 |
| 四回目の緊急事態宣言 | 2021/07/12-2021/09/30 |
| Gotoトラベル第一弾 | 2020/07/22-2020/09/30 |
| Gotoトラベル第二弾 | 2020/10/01-2020/12/27 |

## 3. COVID-19 感染下における京都市内の滞在者数の変化と用途地域との関連分析

### (1)滞在者数の時間変化に基づくクラスタ分析

本章では滞在者数の時間変動に基づき，クラスタ分析を，以下の手順により行った．

a) 式（1）により午前 4 時を基準とした対象メッシュの各時間帯の滞在者比率を算出する．
b) エルボー法によるクラスタ数を決定する．
c) 3 か年の対象メッシュの各時間帯の滞在者比率を変数として，k-means++法による非階層クラスタリングを行う．
d) 各クラスタにおける 19 年，20 年，21 年各々の 10 月 14 時の平均滞在者数の差から，滞在者数増加（平均滞在者数 5%以上増加），滞在者数変化なし（平均滞在者数の増減率は 5%未満），滞在者数減少（平均滞在者数 5%以上減少）のいずれにあたるかを加味し，拡張クラスタとして分類する．
e) 各拡張クラスタについてメッシュあたりの施設数及び用途地域の割合を算出し，昼間の滞在者数の平均と用途地域の関連性を分析する．

対象メッシュの各時間帯の滞在者比率を指標としてのクラスタリングの結果を表-2 及び図-1 示す．クラスタ 1～3 は平均的に見て，昼間時間帯に滞在者数が増加する傾向を示すメッシュであり，午前 4 時の滞在者数を基準として，増加率の高いクラスタから順に 1，2，3 となる，クラスタ 4 は昼間時間帯に滞在者数が減少傾向を示している．各クラスタの中で 3 年間での変化が最も激しいの

はクラスタ 1 である．クラスタ 3 およびクラスタ 4 の変化は相対的に小さい．

滞在者数及びその時間変化の特性について考察するため，各クラスタの場所および各施設の数や用途地域との関連について分析する必要がある．

このために，拡張クラスタ毎にメッシュあたりの施設数及び用途地域の割合の平均値を算出し，表-3 に示す（オレンジ色は各列の中で一番と二番大きい値を示す．青色は各列の中で一番と二番小さい値を示す）．クラスタ 1 においては，年次間の滞在者数の増減に関わらず，販売・駅・飲食店の数および商業地域の割合が，他のクラスタより圧倒的に多いことが読み取れる．クラスタ 2 およびクラスタ 3 において住宅地域・商業地域・工業地域が混ざっている地域である．各施設数を比較すると，クラスタ 2 の方の各施設数がクラスタ 3 より相対的に多いである．これもクラスタ 2 の昼間の滞在者数の比率はクラスタ 3 の比率より大きい原因であると考えられる．クラスタ 4 は住宅地域の割合が他のクラスタより圧倒的多い．また学校，飲食店，販売，駅の数も少ないため，クラスタ 4 の午前 4 時を基準とした昼間の滞在者数の比率は 1 より小さい．

COVID-19 流行の前後（2019 年と 2020 年），COVID-19 流行の 1 年目（2020 年）と 2 年目（2021 年）の集計結果，とりわけ，前年に比して滞在者数の増減によるメッシュ数の集計結果に着目すると，前者においてはクラスタ 1～3 では減少傾向のメッシュが非常に多く，クラスタ 4 では増加メッシュが最大であるとともに変化なしのメッシュも全体の 42.9%に達している．後者については，4 つのクラスタすべてで，変化なしであるメッシュが最も多い．COVID-19 流行の前後では，住居系の土地利用が顕著なクラスタ 4 では昼間帯の滞在者数が増加する傾向が示されているが，その他 3 つのクラスタでは，減少傾向が顕著である．2021 年時点においても，昼間帯の滞在者数については安定しており，回復の傾向は見受けられない．以上より，COVID-19 の流行は京都市内のメッシュ単位の滞在者数分布に影響を与えた可能性が示唆された．しかし，2020 年及び 2021 年の結果を見ると，2 年間の昼間の滞在者数の比率は大きな変化が生じていなかった．つまり COVID-19 が流行した以降，メッシュの滞在者数の比率は COVID-19 が流行した前に戻らず，COVID-19 からの影響を受け続けた．

表-2　対象メッシュの各時間帯の滞在者比率を指標としてのクラスタリングの結果（平日）

| クラスタ | 属性 | 数 |
|---|---|---|
| 1 | 19年昼間318%増加，20年昼間238%増加，21年昼間269%増加 | 19 |
| 2 | 19年昼間118%増加，20年昼間107%増加，21年昼間111%増加 | 58 |
| 3 | 19年昼間31%増加，20年昼間28%増加，21年昼間28%増加 | 149 |
| 4 | 19年昼間24%減少，20年昼間21%減少，21年昼間21%減少 | 394 |

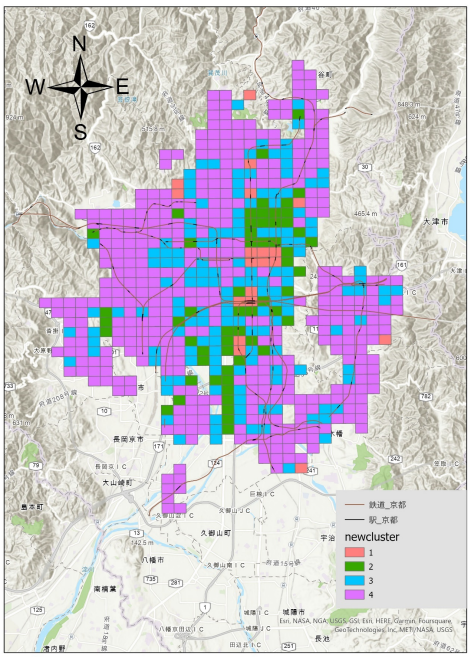



図-1　クラスタ内のメッシュに関する位置情報

表-3　拡張クラスター毎のメッシュあたりの施設数と用途地域割合の平均

(a)　2020 年と 2019 年の差

| クラスタ | num ber | 医療機関 | 学校 | 飲食店 | 販売 | 駅 | 住宅地域 | 商業地域 | 工業地域 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1_減少 | 15 | 6.87 | 0.47 | 58.87 | 27.00 | 2.80 | 0.19 | 0.41 | 0.14 |
| 1_変化なし | 4 | 29.75 | 0.50 | 107.00 | 135.75 | 2.75 | 0.17 | 0.83 | 0.00 |
| 1_増加 | 0 | | | | | | | | |
| 2_減少 | 41 | 2.71 | 0.29 | 19.12 | 15.66 | 1.02 | 0.44 | 0.14 | 0.35 |
| 2_変化なし | 13 | 6.85 | 0.38 | 13.85 | 15.31 | 1.31 | 0.36 | 0.23 | 0.24 |
| 2_増加 | 4 | 8.25 | 0.50 | 15.50 | 14.75 | 1.25 | 0.30 | 0.27 | 0.25 |
| 3_減少 | 63 | 3.51 | 0.24 | 11.35 | 13.41 | 1.05 | 0.43 | 0.14 | 0.30 |
| 3_変化なし | 64 | 5.17 | 0.22 | 12.69 | 17.84 | 1.09 | 0.44 | 0.22 | 0.21 |
| 3_増加 | 22 | 7.14 | 0.36 | 14.09 | 15.18 | 1.00 | 0.56 | 0.22 | 0.17 |
| 4_減少 | 38 | 2.66 | 0.13 | 5.03 | 7.82 | 0.47 | 0.45 | 0.06 | 0.26 |
| 4_変化なし | 169 | 3.69 | 0.08 | 8.21 | 12.45 | 0.67 | 0.57 | 0.08 | 0.16 |
| 4_増加 | 187 | 3.42 | 0.04 | 5.32 | 7.27 | 0.41 | 0.70 | 0.06 | 0.06 |

(b)　2021 年と 2020 年の差

| クラスタ | num ber | 医療機関 | 学校 | 飲食店 | 販売 | 駅 | 住宅地域 | 商業地域 | 工業地域 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1_減少 | 2 | 7.50 | 1.00 | 16.00 | 20.50 | 1.50 | 0.37 | 0.16 | 0.00 |
| 1_変化なし | 12 | 16.25 | 0.17 | 104.33 | 73.42 | 3.83 | 0.02 | 0.74 | 0.17 |
| 1_増加 | 5 | 2.40 | 1.00 | 5.40 | 5.20 | 0.80 | 0.53 | 0.05 | 0.00 |
| 2_減少 | 7 | 5.57 | 0.29 | 12.57 | 12.00 | 0.71 | 0.43 | 0.17 | 0.14 |
| 2_変化なし | 35 | 4.40 | 0.31 | 22.63 | 19.20 | 1.29 | 0.35 | 0.23 | 0.34 |
| 2_増加 | 16 | 2.50 | 0.38 | 9.13 | 9.00 | 0.88 | 0.55 | 0.06 | 0.34 |
| 3_減少 | 17 | 4.06 | 0.41 | 12.41 | 10.41 | 0.76 | 0.63 | 0.14 | 0.12 |
| 3_変化なし | 109 | 5.17 | 0.24 | 13.15 | 16.40 | 1.19 | 0.42 | 0.19 | 0.28 |
| 3_増加 | 23 | 3.30 | 0.17 | 8.39 | 15.48 | 0.65 | 0.48 | 0.17 | 0.15 |
| 4_減少 | 45 | 2.47 | 0.02 | 5.16 | 6.84 | 0.38 | 0.69 | 0.05 | 0.05 |
| 4_変化なし | 312 | 3.68 | 0.06 | 7.10 | 10.51 | 0.53 | 0.61 | 0.07 | 0.14 |
| 4_増加 | 37 | 2.81 | 0.16 | 3.35 | 4.70 | 0.68 | 0.63 | 0.04 | 0.12 |

### (2) 昼間滞在者数の比率平均に関する重回帰分析

前節により，各メッシュの昼間滞在者数比率の変化は用途地域によって，大きな差異がある．そこで，本節では用途地域の割合に基づいて，住宅地域，工業地域，商業地域の 3 つのグループに分類した．具体的な分類基準としては，メッシュ内の住宅地域の割合が 50%以上あれ

ば，住宅地域とした．メッシュ内の商業地域の割合が 50%以上であれば，商業地域とした．メッシュ内の工業地域の割合が 50%以上であれば，工業地域とした．

対象期間内（2020 年 3 月 01 から 2021 年 10 月 31 日）まで昼間の滞在者数の 12～14 時の比率の平均を日にちごとに算出し，図-3 から図-5 を作成した．各グループ昼間の滞在者数の比率平均を被説明変数としての重回帰分析結果を，表-5 から表-9 に示す．

本章では，各用途地域昼間の滞在者数の変化と各政策実施の有無，感染者数の変化およびワクチン接種者数の増加の関連性について分析する．新型コロナウイルス感染症の新規感染者数が時期により大きく異なっていることに加え，COVID-19 の流行初期には，感染者数がわずか 5 名程度でも多くの人々が外出行動を控えた一方で，現在では 1 日 500 名の新規感染者数が出ていても，以前のように外出行動を心配する人は少ない．よって，感染者数のデータに関して，いくつかの期間に分けて分析することが必要である．

期間の分け方としては，まず，対象都市が位置する都道府県（大阪府，京都府，兵庫県）の感染者数の和を算出し，1 週間ごとに移動平均をとり，図-2 を作成する．次に，「波の谷」を境として期間を分ける．また，期間内移動平均の最小値をその期間の終日として扱う．期間内最小値が複数ある場合は，その中での最後の日をその期間の最終日とする．また対象都市ともに感染者数が出た最初の日を COVID-19 が始まる最初の日付とした．結果を表-4 示す．

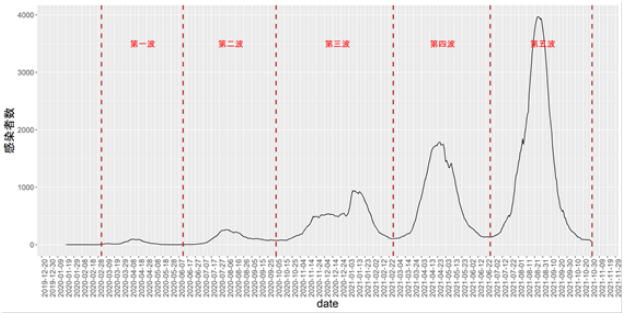



図-2　京都府，大阪府，兵庫県のコロナ新規感染者数総数の 1 週間の移動平均

表-4 本章時系列データ分析における分析対象期間

| | 期間 |
|---|---|
| 第1波 | 2020/03/03-2020/06/12 |
| 第2波 | 2020/06/13-2020/10/05 |
| 第3波 | 2020/10/06-2021/02/27 |
| 第4波 | 2021/02/28-2021/06/27 |
| 第5波 | 2021/06/28-2021/10/31 |

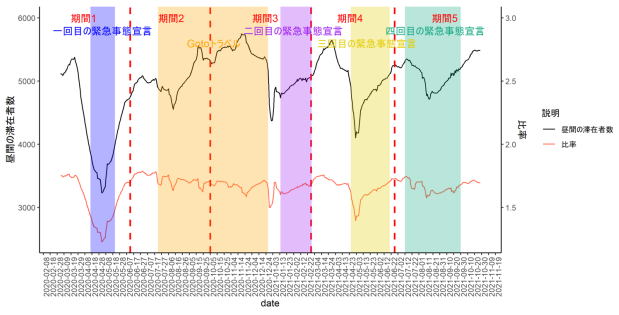



図-3　商業地域の昼間滞在者数の比率平均

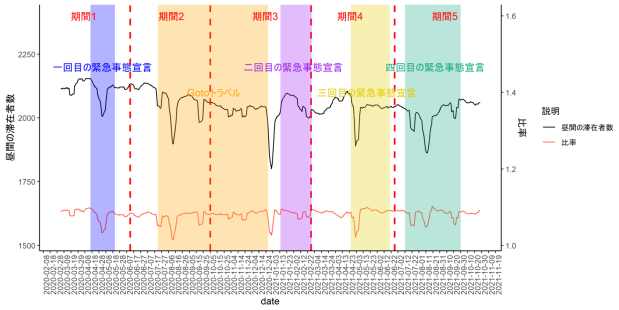



図-4　工業地域の昼間滞在者数の比率平均

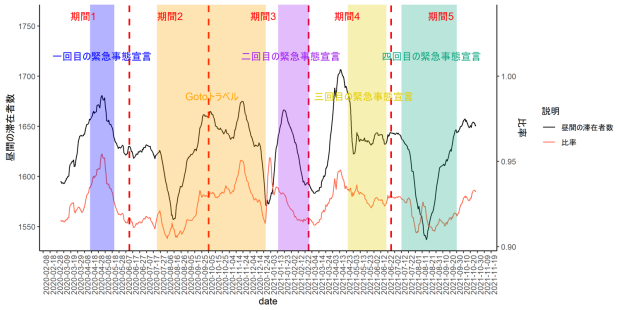



図-5　住宅地域の昼間滞在者数の比率平均

全体の結果を見ると，住宅地域の推定結果の標準回帰係数の正負と，商業地域，工業地域の正負では反対の傾向を示している．また，標準回帰係数の正負および P 値を着目すると，各施策の実施は商業地域および住宅地域の昼間滞在者数の比率に影響を与えやすい，工業地域の変化に影響を与えなかった施策が多かった．

表-5 は期間 1 の重回帰分析の推定結果を示す．期間 1 において，1 回目緊急事態宣言を実施した．結果として，1 回目の緊急事態宣言は全て有意だった．標準回帰係数の正負も考慮して，1 回目の緊急事態宣言は，商業地域および工業地域において昼間滞在者数の比率を抑える傾向を示し，住宅地域の昼間滞在者数の比率を高める傾向が認められる．また，各説明変数に対して 1 回目の緊急事態宣言は商業地域および住宅地域に与えた影響が最も大きかった．工業地域の昼間滞在者数の比率に与えた影響が最も大きかった説明変数は祝日である．商業地域および工業地域の重回帰分析の推定結果では，京都府の感染者数は，正で有意な影響を昼間滞在者数の比率平均に

及ぼすとの結果が出た．なお，住宅地域の推定結果では負の係数が推定されたが非有意であった．説明変数の符号条件はが想定と異なる理由としては，一回目の緊急事態宣言の効果が圧倒的に大きいために，商業・工業地域の昼間滞在者数の比率と感染者数は同じなトレンドが発生し，住宅地域の昼間滞在者数の比率と京都府の感染者数は，想定とは逆の関係を呈したと考えられる．

表-5　昼間滞在者数の比率平均を被説明変数とした重回帰分析（期間 1）

| 期間1（2020/03/03−2020/06/12） | 商業地域 | | 工業地域 | | 住宅地域 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 変数 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 |
| 一回目緊急事態宣言実施の有無 | -0.155 | 0.000 | -0.005 | 0.001 | 0.009 | 0.000 |
| 祝日 | -0.019 | 0.027 | -0.007 | 0.000 | 0.003 | 0.000 |
| 京都府感染者数の増減率 | 0.007 | 0.461 | -0.001 | 0.672 | 0.000 | 0.769 |
| 京都府感染者数 | 0.026 | 0.007 | 0.005 | 0.000 | -0.001 | 0.347 |
| 定数項 | 1.553 | 0.000 | 1.082 | 0.000 | 0.928 | 0.000 |
| | 修正R2乗: 0.7671 | | 修正R2乗: 0.4211 | | 修正R2乗:0.732 | |

表-6 は期間 2 の重回帰分析の推定結果を示す．期間 2 において，1 回目の Go To トラベルキャンペーンを実施した．表-6 の結果により，昼間商業地域に対して，1 回目の Go To トラベルキャンペーンは負に有意な影響を及ぼすとの結果示された．標準回帰係数も各説明変数の中で一番大きい．図-3 見ると確かに 1 回目の Go To トラベルキャンペーン実施時においては，商業地域の昼間滞在者数の比率が減少する傾向が見受けられる．一方，昼間滞在者数については，1 回目の Go To トラベルキャンペーンの時期に増加傾向が確認できる．それにも関わらず昼間滞在者数の比率平均自体は減少傾向であった．この理由としては，Go To トラベルキャンペーンの実施より商業地域のホテルで泊まる観光客数も増え，昼間滞在者数の比率平均をを算定する際に分母とする午前 4 時の滞在者数が増加したためと考えられる．工業地域に対して，1 回目の Go To トラベルキャンペーンは有意な結果が出なかった．有意な結果が出た説明変数は祝日および京都府の新規感染者数である．特に祝日の標準回帰係数の絶対値は大きい．つまり祝日のとき，昼間の工業地域の滞在者数が少なくなる傾向がある．住宅地域において，感染者数は負に有意な結果が出た．つまり期間 2 において，感染者数が増えると，昼間の滞在者数が減少する傾向がある．図-5 より期間 2 はお盆休みより住宅地域の昼間滞在者数の比率は減少したことが確認された．

表-6　昼間滞在者数の比率平均を被説明変数としての重回帰分析結果（期間 2）

| 期間2（2020/06/13−2020/10/05） | 商業地域 | | 工業地域 | | 住宅地域 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 変数 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 |
| 一回目Gotoキャンペーン実施の有無 | -0.028 | 0.000 | 0.000 | 0.940 | 0.002 | 0.011 |
| 祝日 | -0.013 | 0.000 | -0.010 | 0.000 | 0.001 | 0.277 |
| 京都府感染者数の増減率 | 0.004 | 0.149 | -0.001 | 0.484 | 0.000 | 0.493 |
| 京都府感染者数 | 0.011 | 0.001 | -0.004 | 0.002 | -0.005 | 0.000 |
| 定数項 | 1.724 | 0.000 | 1.074 | 0.000 | 0.916 | 0.000 |
| | 修正R2乗: 0.554 | | 修正R2乗: 0.4999 | | 修正R2乗:0.2963 | |

表-7 は期間 3 の重回帰分析の推定結果を示す．期間 3 において，2 回目緊急事態宣言及び 2 回目の Go To トラベルキャンペーンを実施した．期間 3 の結果により，商業地域において，2 回目の Go To トラベルキャンペーンは正に有意な結果が出た．祝日および京都府の感染者数は負に有意な結果が出た．祝日には負に有意な結果が出た理由としては，年末年始の休みにおいて，昼間滞在者数の比率は大幅に減少したことである．一方，2 回目の緊急事態宣言は有意な結果を見出すことができなかった．標準回帰係数も正になった．つまり 2 回目の緊急事態宣言は昼間の人の外出を抑える面から見ると，十分な効果が得られなかったとも言える．工業地域において，2 回目の緊急事態宣言，2 回目の Go To トラベルキャンペーンおよび感染者数は正に有意な結果が出た．祝日は負に有意な結果が出た．住宅地域において，2 回目緊急事態宣言のみ負に有意な結果が出た．2 回目の緊急事態宣言の符号は想定していた結果と異なる理由としては，2 回目の緊急事態宣言の内容は 1 回目の緊急事態宣言および 3 回目の緊急事態宣言より緩やかな対策を実施したため，効果が弱かった．2 回目の Go To トラベルキャンペーンは商業及び工業地域の昼間滞在者数の比率に促進の効果があり，住宅地域に抑制の効果がある．

表-7　昼間滞在者数の比率平均を被説明変数とした重回帰分析（期間 3）

| 期間3（2020/10/06−2021/02/27） | 商業地域 | | 工業地域 | | 住宅地域 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 変数 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 |
| 二回目緊急事態宣言実施の有無 | 0.006 | 0.307 | 0.008 | 0.000 | -0.007 | 0.000 |
| 二回目Gotoキャンペーン実施の有無 | 0.014 | 0.046 | 0.008 | 0.000 | -0.002 | 0.210 |
| 祝日 | -0.014 | 0.000 | -0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.636 |
| 京都府感染者数の増減率 | 0.003 | 0.418 | 0.002 | 0.050 | 0.000 | 0.652 |
| 京都府感染者数 | -0.010 | 0.009 | 0.005 | 0.000 | 0.001 | 0.405 |
| 定数項 | 1.659 | 0.000 | 1.081 | 0.000 | 0.930 | 0.000 |
| | 修正R2乗: 0.3457 | | 修正R2乗: 0.4844 | | 修正R2乗:0.336 | |

表-8 は期間 4 の重回帰分析の推定結果を示す．期間 4 において，3 回目緊急事態宣言を実施した．期間 4 の結果により，商業地域のメッシュに対して，3 回目の緊急事態宣言，祝日および感染者数は負に有意な結果が出た．工業地域のメッシュに対して，祝日および感染者数は負に有意な結果が出た．住宅地域において 3 回目の緊急事態宣言は負に有意な結果が出た．1 回目のコロナワクチン接種者数および感染者数は正に有意な結果が出た．期間 4 に対して，3 回目の緊急事態宣言および感染者数は商業地域の昼間滞在者数の比率の変化に与えた影響は大きかった．原因としては，3 回目の緊急事態宣言の時期において，商業施設は休業要請を実施したからである．祝日および感染者数は工業地域の昼間滞在者数の比率に与えた影響が大きかった．加えて，期間 4 からコロナワクチンの接種が開始された．ただし，期間 4 の結

果からは，1回目のワクチン接種者数の影響を明確に示すことは難しい．

表-8　昼間滞在者数の比率平均を被説明変数とした重回帰分析（期間 4）

| 期間4(2021/02/28-2021/06/27) | 商業地域 | | 工業地域 | | 住宅地域 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 変数 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 |
| 三回目緊急事態宣言実施の有無 | -0.044 | 0.000 | 0.000 | 0.953 | 0.005 | 0.000 |
| 一回目のワクチン接種者数 | 0.008 | 0.134 | 0.002 | 0.174 | 0.005 | 0.000 |
| 祝日 | -0.020 | 0.000 | -0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.748 |
| 京都府感染者数の増減率 | -0.001 | 0.832 | 0.001 | 0.616 | 0.003 | 0.520 |
| 京都府感染者数 | -0.038 | 0.000 | -0.003 | 0.042 | 0.009 | 0.000 |
| 定数項 | 1.724 | 0.000 | 1.074 | 0.000 | 0.916 | 0.000 |
| | 修正R2乗: 0.8167 | | 修正R2乗: 0.3771 | | 修正R2乗:0.6917 | |

表-9 は期間 5 の重回帰分析の推定結果を示す．期間 5 において，4 回目緊急事態宣言を実施した．期間 5 の結果により，商業地域の昼間滞在者数の比率に対して，すべての説明変数が有意な影響を及ぼしているとの結果が出た．各説明変数の中で標準回帰係数の絶対値が相対的に大きいのは感染者数および 4 回目の緊急事態宣言である．工業地域の昼間滞在者数の比率に対して，2 回目のコロナワクチン接種者数以外の説明変数は有意な影響を及ぼしているとの結果が出た．各説明変数の中で絶対値が相対的に大きいのは祝日および 4 回目の緊急事態宣言である．住宅地域のメッシュに対して，1 回目のコロナワクチン接種者数以外の説明変数も有意な結果が出た．その中で感染者数の標準回帰係数の絶対値は一番大きい．商業・工業及び住宅地域の結果を総合的にみると，期間 5 において，感染者数は各用途地域の昼間滞在者数の比率に与えた影響が一番大きかった．4 回目の緊急事態宣言も影響を与えたが，感染者数より小さかった．

表-9　昼間滞在者数の比率平均を被説明変数とした重回帰分析（期間 5）

| 期間5(2021/06/28-2021/10/31) | 商業地域 | | 工業地域 | | 住宅地域 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 変数 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 |
| 四回目緊急事態宣言実施の有無 | -0.012 | 0.000 | -0.006 | 0.000 | -0.002 | 0.000 |
| 一回目のワクチン接種者数 | 0.006 | 0.014 | 0.004 | 0.009 | 0.001 | 0.052 |
| 二回目のワクチン接種者数 | 0.007 | 0.009 | 0.002 | 0.169 | -0.003 | 0.000 |
| 祝日 | -0.010 | 0.000 | -0.006 | 0.000 | 0.001 | 0.050 |
| 京都府感染者数の増減率 | 0.009 | 0.000 | -0.002 | 0.024 | 0.003 | 0.000 |
| 京都府感染者数 | -0.027 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | -0.004 | 0.000 |
| 定数項 | 1.672 | 0.000 | 1.082 | 0.000 | 0.921 | 0.000 |
| | 修正R2乗: 0.7654 | | 修正R2乗: 0.6423 | | 修正R2乗:0.7625 | |

## 4.　都市間移動の変化と COVID-19 関連施策の関連分析

### (1) 都市間移動の算出

本章では式（3）を用いて都市間移動を定義した上で，京都市，大阪市および神戸市お互いの都市間移動量を日単位で算出した．算出した 6 つの都市間移動は主に二つのグループに分けられる．1 つ目は京都市から神戸市，神戸市から京都市及び大阪市から京都市の移動である．代表的な移動として京都市から大阪市の移動を取り上げ，その移動量の経時変化を図-6 に示す．この三つの都市間移動の特徴は国民の祝日，お盆および年末年始の時期で急増することである．つまりこの 3 ペアの都市間移動は観光を目的とする移動が相対的に多い可能性が高いと考えられる．2 つ目のグループは京都市から大阪市，神戸市から大阪市および大阪市から神戸市の移動量である．代表的なものとして大阪市から京都市の移動に着目し，その移動量の経時変化を図-7 で示す．この 3 ペアの都市間移動の特徴は祝日，お盆および年末年始の時期で移動量が急減少することと平日の移動量は週末の移動量より多いことである．つまり，この三つの都市間移動は通勤通学を目的とする移動が相対的に多い可能性が高いと考えられる．よって，本研究では，京都市から神戸市，神戸市ならびに大阪市から京都市の都市間移動は観光目的を相対的に多く含む移動として，京都市ならびに神戸市から大阪市，および，大阪市から神戸市の都市間移動は通勤通学目的を相対的に多く復移動との想定の下で，以下の分析を行った．

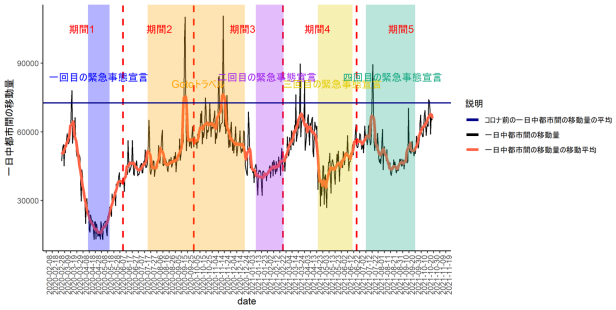



図-6　京都市から大阪市の移動量

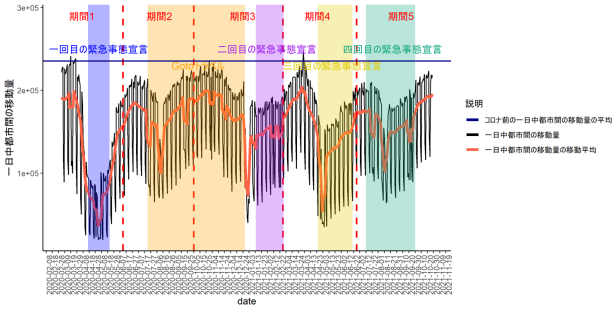



図-7　大阪市から京都市の移動量

### (2) 都市間移動を被説明変数としての重回帰分析

通勤通学目的を相対的に多く含むと考えられる京都市から大阪市への移動，および，観光目的を多く含むと考えられる大阪市から京都市への移動を対象として，各期間ごとに移動量を被説明変数とする重回帰分析を行った．この重回帰分析を行うねらいは，都市間の移動の中で卓越するトリップ目的を考慮しつつ，時期により移動を抑

制あるいは促進するための施策が都市間の移動量に及ぼした影響について分析することである．重回帰分析の結果を期間 1～5 について，順に表-10 から表-14 に示す．

期間 1 の結果は表-10 に示されているが，1 回目の緊急事態宣言（ダミー）が全ての移動において負に有意な結果となった．つまり 1 回目の緊急事態宣言の実施により，卓越するトリップ目的に関わらず，都市間の移動量は抑制される傾向にあることが示された．また祝日ダミー変数については有意な結果が出なかった．とりわけ，観光目的のトリップは休日での増加が期待され，その結果大阪市から京都市への都市間移動について有意な正の影響を与えることが期待されるが，その様な傾向は確認できなかった．その理由として，この期間においての祝日（昭和の日（2020 年 4 月 29 日），憲法記念日（2020 年 5 月 3 日）,みどりの日（2020 年 5 月 4 月），こどもの日（2020 年 5 月 05 日）および振替休日（2020 年 5 月 06 日））はすべて 1 回目の緊急事態宣言の実施期間内に属することである．COVID-19 の感染状況に関連する変数として，京都府の感染者数および感染者数の増減率を採用した，このうち京都府の感染者数は，一般的な期待と異なり，推定結果より正の有意な影響が示された．表-10 に示す期間 1 では，1 回目の緊急事態宣言による人流の抑制効果が圧倒的に強い．その影響を抑え，バランスさせるための作用が感染者数より示されたものとかんがえられる．期間 1 において最も都市間の移動に影響を与えた要因は，1 回目の緊急事態宣言の実施であると考えられる．

表-10　都市間移動を被説明変数としての重回帰分析結果（期間 1）

| 期間1（2020/03/03ー2020/06/12） | 大阪市から京都市 | | 京都市から大阪市 | |
|---|---|---|---|---|
| 変数 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 |
| 一回目緊急事態宣言実施の有無 | -13020 | 0.000 | -47307 | 0.000 |
| 祝日 | 1000 | 0.281 | -3136 | 0.234 |
| 京都府感染者数の増減率 | 1419 | 0.157 | 2122 | 0.453 |
| 京都府の感染者数 | 2776 | 0.008 | 8417 | 0.005 |
| 定数項 | 37598 | 0.000 | 112683 | 0.000 |
| | 修正R2乗: 0.661 | | 修正R2乗: 0.7615 | |

期間 2 の都市間移動（大阪市から京都市および京都市から大阪市）を被説明変数とした重回帰分析（表-11）に着目する．祝日ダミー変数および Go To トラベルキャンペーン（1 回目）の実施日であれば 1，そうでなければ 0 とするダミー変数については，観光目的の移動が相対的に多いと想定できる大阪市から京都市への都市間移動の推定結果において，正に有意な影響が示された．その一方，通勤通学目的の移動が相対的に多いと考えられる，京都市から大阪市への移動について，1 回目の Go To トラベルキャンペーンは有意な影響を与えておらず，祝日は負に有意な影響が示されている．つまり Go To トラベルキャンペーン（1 回目），および，祝日は観光目的の移動を促進する効果があるものと推測できるが，通勤通学が多い都市間移動には，それを促進する効果は無いものと考えられる．祝日は通勤通学を目的にする移動には抑制の効果があり，観光を目的にする移動には促進の効果があることをわかった．また，各都道府県の感染者数については，負に有意な結果が出た分析が多い．つまり期間 2 において，各都道府県の感染者数は都市間の移動を抑える効果があったといえる．

表-11　都市間移動を被説明変数としての重回帰分析結果（期間 2）

| 期間2（2020/06/13ー2020/10/05） | 大阪市から京都市 | | 京都市から大阪市 | |
|---|---|---|---|---|
| 変数 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 |
| 一回目Gotoキャンペーン実施の有無 | 4225 | 0.000 | 944 | 0.576 |
| 祝日 | 2298 | 0.000 | -10380 | 0.000 |
| 京都府感染者数の増減率 | -1111 | 0.058 | -2051 | 0.118 |
| 京都府の感染者数 | -4139 | 0.000 | -11030 | 0.000 |
| 定数項 | 49474 | 0.000 | 166365 | 0.000 |
| | 修正R2乗: 0.3857 | | 修正R2乗: 0.5807 | |

期間 3 における都市間移動を被説明変数とした重回帰分析結果は，表-12 に示している．推定結果に基づき考察すると，緊急事態宣言（2 回目）の実施については，観光を目的する移動が相対的に多いと目される大阪市から京都市への移動に対して負に有意な影響が示されている．つまり，2 回目の緊急事態宣言も観光を目的とする移動を抑える効果があったが，通勤通学を目的とする移動の抑制についてあまり効果がなかったと推察される．また，Go To トラベルキャンペーン（2 回目）については，観光目的が相対的に多い大阪市から京都市への移動のみでは無く，通勤通学目的が多いと考えられる京都市から大阪市への移動についても正に有意な影響が示唆された．つまり通勤通学が卓越する都市間移動についても，2 回目の Go To トラベルキャンペーンは都市間移動を促進する効果があったことが分かった．このように考えた理由としては，Go To トラベルキャンペーンを実施できる状況というのは，相対的に感染状況が落ちつきつつあり，経済活動の活性化のウェイトを高めるために，人の動きを促進しようという雰囲気が醸成されており，人々も直前の期間と比べると，移動することに対する抵抗感が小さくなっている状況だと考えられる．総合的に考えると，2 回目の Go To トラベルキャンペーンは都市間移動を促進する効果が 1 回目の Go To トラベルキャンペーンの効果より大きいことを期間 2 および期間 3 の結果から分かった．このような結果が出た理由としては，図-8 より，1 回目の Go To トラベルキャンペーンの泊数は 2 回目の Go To トラベルキャンペーンより少ないと考えられる．

表-12　都市間移動を被説明変数としての重回帰分析結果（期間 3）

| 期間3（2020/10/06−2021/02/27） | 大阪市から京都市 | | 京都市から大阪市 | |
|---|---|---|---|---|
| 変数 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 |
| 二回目緊急事態宣言実施の有無 | -3590 | 0.000 | 5830 | 0.017 |
| 二回目Gotoキャンペーン実施の有無 | 4341 | 0.000 | 18109 | 0.000 |
| 祝日 | 586 | 0.187 | -6435 | 0.000 |
| 京都府感染者数の増減率 | 585 | 0.168 | 1587 | 0.242 |
| 京都府の感染者数 | -3246 | 0.000 | -8194 | 0.000 |
| 定数項 | 53989 | 0.000 | 163656 | 0.000 |
| | 修正R2乗: 0.8115 | | 修正R2乗: 0.7433 | |

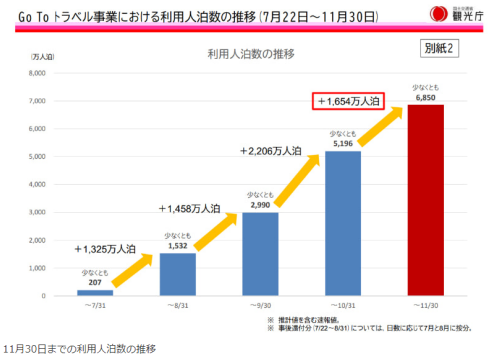



図-8　GoTo トラベル事業における利用人泊数の推移[10)]

期間 4 における重回帰分析の結果を表-13 に示す．推定結果より，緊急事態宣言（3 回目）は，移動の方向に関わらず，全て負に有意な影響を示している．つまり，期間 3 において，緊急事態宣言（3 回目）の実施は都市間の移動を抑制する効果があったといえる．3 回目の緊急事態宣言が，移動の方向（あるいはトリップ目的）に関わらず．負に有意な影響を及ぼした出た理由としては，図-9 より，3 回目の緊急事態宣言の実施内容は 2 回目の緊急事態宣言の実施内容より厳しくなったと考えられる．




図-9　大阪府の 1 回目～3 回目の緊急事態宣言の内容[11)]

また，国民の祝日は，通勤通学目的が相対的に多い京都市から大阪市への都市間移動について負に有意な影響を示している．国民の祝日の標準回帰係数の絶対値は 3 回目の緊急事態宣言より小さいが，通勤通学を目的とする都市間移動を抑制する効果もあった．期間 4 において特筆すべきは，1 回目のコロナワクチンの接種の開始であるが，都市間移動を被説明変数とした，重回帰分析においてはは有意な影響は示されなかった．つまり，コロナワクチン接種の初期段階においては，都市間移動に大きな影響を与えなかったものと考えられる．感染者数については負に有意な影響が示された．標準回帰係数の絶対値も期間 1，2 より大きくなった．期間 4 より大阪府の一日中の感染者数は初めに 500 人を超え，京都府の感染者数も増加した傾向があり，感染者数が都市間移動に与えた影響も大きくなったものと考えられる．

表-13　都市間移動を被説明変数としての重回帰分析結果（期間 4）

| 期間4(2021/02/28-2021/06/27) | 大阪市から京都市 | | 京都市から大阪市 | |
|---|---|---|---|---|
| 変数 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 |
| 三回目緊急事態宣言実施の有無 | -6802 | 0.000 | -17822 | 0.000 |
| 一回目のワクチン接種者数 | 1055 | 0.124 | -1634 | 0.419 |
| 祝日 | -641 | 0.166 | -8013 | 0.000 |
| 京都府感染者数の増減率 | 882 | 0.106 | 2472 | 0.125 |
| 京都府の感染者数 | -754 | 0.216 | -13555 | 0.000 |
| 定数項 | 51913 | 0.000 | 154501 | 0.000 |
| | 修正R2乗: 0.7018 | | 修正R2乗: 0.8209 | |

期間 5 の重回帰分析の結果を表-14 に示すが，4 回目の緊急事態宣言及び感染者数は負に有意な影響を示すことが確認された．つまり 4 回目の緊急事態宣言の実施および感染者数の増加により都市間移動が減少した可能性が考えられる．しかし，4 回目の緊急事態宣言の標準回帰係数の絶対値は他の期間の緊急実態宣言の標準回帰係数の絶対値より少し小さかった．つまり，期間 5 においては，4 回目の緊急事態の宣言は都市間移動を抑制する効果があったが，1 回目の緊急事態宣言のように極めて大きな影響ではなかった．また，観光目的の移動が多い大阪市から京都市への移動について，祝日ダミーが正に有意な影響を示すことも再度確認された．一方，通勤通学目的の移動が多い京都市から大阪市への移動について，負に有意な影響が示されたケースが多い．

表-14　都市間移動を被説明変数としての重回帰分析結果（期間 5）

| 期間5(2021/06/28-2021/10/31) | 大阪市から京都市 | | 京都市から大阪市 | |
|---|---|---|---|---|
| 変数 | 標準回帰係数 | P値 | 標準回帰係数 | P値 |
| 四回目緊急事態宣言実施の有無 | -1254 | 0.004 | -7619 | 0.000 |
| 一回目のワクチン接種者数 | -2057 | 0.000 | -1420 | 0.242 |
| 二回目のワクチン接種者数 | -172 | 0.670 | -440 | 0.744 |
| 祝日 | 356 | 0.318 | -8068 | 0.000 |
| 京都府感染者数の増減率 | 1909.90 | 0.000 | 64 | 0.956 |
| 京都府の感染者数 | -4733.90 | 0.000 | -8056 | 0.000 |
| 定数項 | 54274 | 0.000 | 162649 | 0.000 |
| | 修正R2乗: 0.7162 | | 修正R2乗: 0.7066 | |

## 5.　おわりに

本研究では，モバイル空間統計により取得した人口データに基づいて，京都市内の 500m メッシュの滞在者数の時間的な変化，ならびに，京都市，大阪市および神戸市相互間の移動量を算出した．最初に，京都市内の滞在者数の時間的な変化を指標として，クラスタ分析を行い，各クラスタと用途地域の関連性を把握することを目指し

てきた．加えて，用途地域ごとに昼間滞在者数の比率を被説明変数として，重回帰分析を行い，感染予防及び経済活性化に向けた各種施策および COVID-19 の感染者数が用途地域別の昼間滞在者数の比率に及ぼす影響の把握を試みた．加えて，京阪神間の都市間の移動量を被説明変数として，重回帰分析を行い，感染予防及び経済活性化に向けた各種施策および COVID-19 の感染者数が都市間の移動量に及ぼす影響の把握も試みた．以下に本研究で得られた知見を記す．

COVID-19 流行前および流行後一年目・二年目の期間に関するクラスタリング結果については，用途地域によって，COVID-19 の流行は昼間の滞在者数の比率に与えた影響は異なることが分かった．加えて，COVID-19 流行後一年目および二年目の滞在者数の比率は大きな差異がなかったことも判明した．

COVID-19 感染拡大及び収束傾向にあわせて各種の施策が実施された.これらの施策および COVID-19 感染者数は昼間滞在者数の比率に与えた影響について用途地域ごとに重回帰分析を行った．各施策実施（2 回目の緊急事態宣言を除く）は商業地域のメッシュに与えた影響は最も大きかった．国民の祝日およびお盆と年始年末の日は工業地域のメッシュの昼間滞在者数の比率に与えた影響は最も大きかった．COVID-19 の感染者数は住宅地域の昼間滞在者数の比率に与えた影響は最も大きかったことを判明した．

次に，COVID-19 の流行を抑制・促進する各施策および COVID-19 の感染拡大は都市間の移動量に及ぼす影響を把握するために，都市間の移動量を被説明変数として重回帰分析を行った．1 回目および 3 回目の緊急事態宣言は都市間の移動量を抑制する効果が最も大きいこと，1 回目の Go To キャンペーンは観光を目的とする移動のみを促進する効果があったこと，2 回目の Go To キャンペーンはすべての都市間の移動を促進する効果があったこと，感染者数は期間 3 以降都市間移動を抑える影響は大きくなったことを判明した．

これらの知見を踏まえて，交通および都市計画の分野で今後の with コロナに向けた施策提案の一助となり得ることが期待される．

**REFERENCES**


1) 秦康範，佐々木邦明，斧田佳純，浅野礼子，& 鈴木俊博．（2021）．コロナ禍における緊急事態宣言等が都道府県間流動に与えた影響の検証. *土木学会論文集 D3（土木計画学）*，*77*（2），151-159.
2) 根本裕都，藤井さやか，佐野雅人，鈴木勉，雨宮護，& 大澤義明．（2021）．COVID-19 による外出制限が人口流動に及ぼす影響 2020 年 4 月の緊急事態宣言期間中のつくば市の事例分析．都市計画論文集，56（3），1207-1214.
3) 後藤拓，田村将太，田中貴宏，& 塚井誠人．（2022）．新型コロナウイルス感染症による都市内の昼間滞在人口分布の変化–コロナ収束後の都市のあり方検討に向けて–．*日本建築学会技術報告集*，*28*（69），906-911.
4) モバイル空間統計データ処理のプロセス（2023.02.07 時点），https://mobaku.jp/about/
5) モバイル空間統計の信頼性評価（2023.02.07 時点），https://www.nstac.go.jp/sys/files/static/services/society_paper/24_06_02_PowerPoint.pdf
6) 新型コロナウイルスの感染状況（2023.02.07 時点），https://www3.nhk.or.jp/news/special/coronavirus/data/
7) ワクチン接種者数に関するデータ（2023.02.07 時点），https://info.vrs.digital.go.jp/
8) 日本ソフト販売 電子電話帳 2021 Ver.26 業種版 Special
9) 国土数値情報ダウンロードサービス（2023.02.07 時点），https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html
10) Go To トラベル事業における利用人泊数の推移（2023.02.07 時点），https://travel.watch.impress.co.jp/img/trw/docs/1297/688/html/01_o.jpg.html
11) 1 回目から 3 回目の緊急事態宣言に関する実施内容（2023.02.07 時点），https://menudesignlab.com/blog/third-_state_of_emergency/


**(Received October 13, 2023)**
**(Accepted October 13, 2023)**

## IMPACT OF COUNTERMEASURES FOR COVID-19 ON SPATIO-TEMPORAL CHANGES IN THE NUMBER OF PEOPLE STAYING

Chenghao YU, Nobuhiro UNO , Ryoji MATSUNAKA and Kosuke TANAKA